

4. United Nation. Sources and effects of Ionizing Radiation UNSCEAR 2000//Report to the General Assembly –New York: UNSCEAR, United Nations. -2000. -654p.

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ДОЗОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРАЦІВНИКІВ ЦЕХІВ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОГО УПРАВЛІННЯ «ПОЛТАВНАФТОГАЗ», ЗА РАХУНОК ЗОВНІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ, ОТРИМАНИХ РОЗРАХУНКОВИМ МЕТОДОМ ТА МЕТОДОМ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОЗИМЕТРІЇ**

*Лось І.П., Катрушов О.В., Саргош О.Д.*

*Інститут гігієни і медичної екології ім. О.М.Марзеєва АМН України, м. Київ*

*Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава*

Багаторічний досвід видобування та первинної обробки нафти та газу свідчить про те, що в світі відбувається інтенсивне забруднення навколишнього природного середовища природними радіоактивними елементами, що містяться в горизонтах Землі [1,7]. Так, наприклад, при розробці нафтових родовищ на денну поверхню виносяться гази, вода різного складу, частки гірських порід, їх суспензії, бітуми, компоненти нафти. У число шкідливих сполук, що поступають при розробці нафтових родовищ [6] входять Ba, V, S, Cd, Co, As, Ni, Hg, Pb, Sr, Zn, а також радіонукліди.

Проблема забруднення радіонуклідами місцевості й обладнання на нафтових та газових промислах уже давно є актуальною й спеціально вивчається в багатьох регіонах, де видобувається нафта та газ [2].

Нормування опромінення працівників, які не відносяться до категорії «персонал», техногенно-підсиленими джерелами природного походження вперше було відображене в прийнятих в 2005 р. «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» (ОСПУ) [5]. В правилах викладені загальні вимоги по радіаційному контролю виробництв, де використовуються джерела з підвищеним вмістом природних радіонуклідів, з метою визначення необхідності проведення заходів по радіаційному захисту в умовах перевищення дози опромінення 1 мЗв/рік.

Аналіз доступних літературних джерел показав, що дозове навантаження на працівників підприємств нафтогазового комплексу (НГК), на даний час в Україні недостатньо досліджене та потребує ретельного вивчення з метою запобігання підвищеного опромінення працівників цих організацій.

**Мета дослідження.** Провести порівняльний аналіз даних дозового навантаження на працівників цехів підприємства НГВУ «Полтаванафтогаз» за рахунок зовнішнього опромінення, отриманих розрахунковим методом та методом індивідуальної дозиметрії.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводились в чотирьох цехах підприємства НГВУ «Полтаванафтогаз», та охоплюють період з 1996 по 2004 рр.

Для розрахунку річної ефективної дози зовнішнього опромінення попередньо проводились вимірювання потужності експозиційної дози (ПЕД) зовнішнього гамма випромінювання на робочих місцях працівників за допомогою приладів ДРГ-01Т1, ДБГ 1Н. Вибір точок вимірювання радіаційних параметрів проводився таким чином, щоб можна було отримати достовірні результати по променевому навантаженню працівників НГК від зовнішнього гамма - випромінювання.

При визначенні потужності дози гамма – випромінювання з показань дозиметрів (Р) віднімався власний фон приладу ( $P_{\Phi}$ ) та значення космічного випромінювання

$$(P_K): P_{\gamma} = P - (P_{\Phi} + P_K), \text{ мкР год}^{-1}.$$

Річна ефективна доза зовнішнього опромінення розраховувалась за формулою:

$$D_{\gamma} = P_{\gamma} \cdot t \cdot 6,5 \cdot 10^{-6} \text{ (мЗв рік}^{-1}\text{)},$$

де:  $P_{\gamma}$  – потужність дози гамма – випромінювання при проведенні операцій, мкР год<sup>-1</sup>;

t – час знаходження працівника в точці вимірювання – 1700 год. рік<sup>-1</sup> [4].

Для оцінки дозового навантаження на працівників підприємств нафтогазового комплексу, які в силу своїх професійних обов'язків можуть контактувати з техногенно-підсиленими джерелами природного походження, був проведений індивідуальний дозиметричний контроль (ІДК) в чотирьох цехах підприємства НГВУ «Полтаванафтогаз». ІДК проводився для осіб наступних професій: оператори по видобутку нафти та газу, майстри, бурильники, помічники бурильника, слюсарі, майстри по складних роботах, електрозварювальники, слюсарі – ремонтники.

Індивідуальний дозиметричний контроль проводився термолюмінесцентними дозиметрами КДТ – 02М (ДПГ – 03) за методикою проведення ІДК термолюмінесцентними дозиметрами [3].

Дані досліджень оброблені у відповідності з методами математичної статистики та аналізувались з складанням таблиць, гістограм. Всі обчислення виконані на ПЕОМ за стандартними програмами. Статистична обробка проводилась методом варіаційної статистики з використанням критерію Ст'юдента.

**Результати та їх обговорення.** Для розрахунку річних ефективних доз зовнішнього опромінення працівників попередньо були проведені виміри потужності експозиційної дози в чотирьох цехах підприємства НГВУ «Полтаванафтогаз» в період з 2003 по 2004 рр. та використані дані радіаційного моніторингу, який проводиться Полтавською обласною санітарно – епідеміологічною станцією за 1996-2002 рр. Усього – 956 вимірів. ПЕД визначалась на відстані 1м від технологічного обладнання (табл. 1).

Таблиця 1. Середні значення ПЕД на відстані 1м від технологічного обладнання цехів підприємства НГВУ «Полтаванафтогаз», мкР год<sup>-1</sup> (M±m).

Роки Цехи	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ЦВНГ №1 (цех видобутку нафти та газу № 1)	54,1 ± 4,4	44,0 ± 4,1	45,0 ± 5,3	45,0 ± 5,8	61,0 ± 9,7	51,3 ± 7,6	54,1 ± 6,2	90,0 ± 4,3	84,1 ± 3,8
ЦВНГ №2 (цех видобутку нафти та газу № 2)	53,5 ± 6,3	45,6 ± 5,7	49,2 ± 9,0	30,9 ± 1,7	46,1 ± 2,2	35,7 ± 1,5	37,2 ± 1,4	36,3 ± 1,4	35,7 ± 1,4
ЦППНГ (цех підготовки та перекачки нафти та газу)	66,9 ± 17,9	74,4 ± 19,3	74,2 ± 17,3	51,6 ± 9,9	78,0 ± 17,9	77,7 ± 15,0	72,2 ± 11,2	42,4 ± 2,2	45,1 ± 3,1
ЦВНГ №3 (цех видобутку нафти та газу №3)		46,1 ± 4,1	45,8 ± 3,9	47,5 ± 3,6	46,1 ± 4,1	46,0 ± 3,7	46,7 ± 4,4	46,2 ± 3,6	45,0 ± 3,0
ЦВНГ №4 (цех видобутку нафти та газу № 4)		23,5 ± 0,7	20,3 ± 0,7	18,4 ± 0,5	13,7 ± 0,4	24,6 ± 1,1	27,3 ± 0,6	31,4 ± 0,7	25,4 ± 0,6

Отримані результати були використані для проведення порівняльного аналізу між розрахунковими та фактичними значеннями річної ефективної дози зовнішнього опромінення працівників підприємства (табл.2).

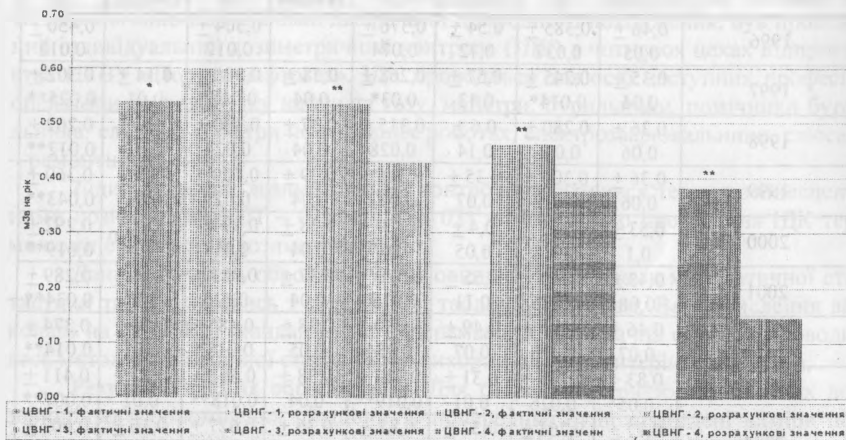
Таблиця 2. Фактичні та розрахункові значення річних ефективних доз зовнішнього опромінення працівників НГВУ «Полтаванафтогаз», мЗв рік<sup>-1</sup> (M ± m).

Роки Цехи	ЦВНГ-1		ЦВНГ-2		ЦВНГ-3		ЦВНГ-4	
	розрахункові	фактичні	розрахункові	фактичні	розрахункові	фактичні	розрахункові	фактичні
1996	0,46 ± 0,05	0,385 ± 0,037	0,54 ± 0,12	0,376 ± 0,074		0,304 ± 0,017		0,450 ± 0,012
1997	0,35 ± 0,04	0,245 ± 0,014*	0,57 ± 0,13	0,268 ± 0,03*	0,38 ± 0,04	0,286 ± 0,012*	0,14 ± 0,01	0,302 ± 0,025**
1998	0,36 ± 0,06	0,280 ± 0,036	0,6 ± 0,14	0,315 ± 0,028	0,37 ± 0,04	0,360 ± 0,024	0,11 ± 0,01	0,262 ± 0,012**
1999	0,36 ± 0,06	0,300 ± 0,022	0,35 ± 0,07	0,315 ± 0,042	0,39 ± 0,04	0,409 ± 0,029	0,09 ± 0,01	0,360 ± 0,043**
2000	0,53 ± 0,1	0,345 ± 0,018	0,4 ± 0,05	0,320 ± 0,019	0,38 ± 0,04	0,394 ± 0,017	0,04 ± 0	0,292 ± 0,019**
2001	0,43 ± 0,08	0,360 ± 0,026	0,55 ± 0,11	0,320 ± 0,015*	0,37 ± 0,04	0,383 ± 0,013	0,15 ± 0,01	0,289 ± 0,034**
2002	0,46 ± 0,07	0,493 ± 0,026	0,49 ± 0,07	0,630 ± 0,034	0,38 ± 0,05	0,485 ± 0,015*	0,18 ± 0,01	0,374 ± 0,014**
2003	0,83 ± 0,05	0,745 ± 0,026	0,31 ± 0,01	0,713 ± 0,019**	0,38 ± 0,04	0,562 ± 0,018**	0,22 ± 0,01	0,411 ± 0,007**
2004	0,77 ± 0,04	0,761 ± 0,024	0,32 ± 0,02	0,81 ± 0,008**	0,36 ± 0,03	0,627 ± 0,014**	0,16 ± 0,01	0,602 ± 0,002**
середнє за період спостереження	0,6 ± 0,03	0,504 ± 0,017*	0,43 ± 0,02	0,6 ± 0,014**	0,38 ± 0,01	0,459 ± 0,009**	0,15 ± 0,004	0,382 ± 0,01**

Примітка: порівняння проведено між середніми річними ефективними дозами та розрахунковими річними ефективними дозами зовнішнього опромінення працівників за рік спостереження в кожному цеху: \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$ .

Аналіз отриманих результатів, наведених в таблиці 2, показав, що починаючи з 2002 року в цехах підприємства, за виключенням ЦВНГ – 1, спостерігалась тенденція до превалювання фактичних значень річних ефективних доз зовнішнього опромінення працівників над розрахунковими. Це можна пояснити тим, що починаючи з зазначеного періоду на підприємстві відмічається збільшення об'єму та тривалості робіт, які виконуються працівниками даного цеху, при яких можливий контакт з радіаційно-забрудненим обладнанням та залишками з підвищеним вмістом ПРН, внаслідок чого середні річні ефективні дози зовнішнього опромінення збільшуються. В той же час потужність експозиційної дози, що вимірюється на відстані 1м від поверхні технологічного обладнання, в кожному конкретному цеху, залишається майже незмінною і, відповідно, розрахункові значення теж не збільшуються. Крім того, для розрахунку річних ефективних доз використовувались тільки значення ПЕД, які вимірювались на відстані 1м від поверхні технологічного обладнання. Значення потужності експозиційної дози виміряні на відстані 0,1м від поверхні обладнання, для розрахунку не використовувались. Оскільки працівники, в умовах своєї практичної діяльності, можуть контактувати з радіаційно-забрудненим обладнанням не тільки на відстані 1 м, а й безпосередньо, то фактичне дозове навантаження на працівників підприємства прогнозовано може бути більшим ніж розрахункове.

Отримані результати були використані для проведення порівняльного аналізу між середніми річними ефективними дозами зовнішнього опромінення працівників підприємства за весь період спостереження по кожному цеху з дозами, отриманими розрахунковим методом (рис.1).



Примітка: порівняння проведено між середніми річними ефективними дозами та розрахунковими річними ефективними дозами зовнішнього опромінення працівників за 1996-2004 рр. в кожному цеху: \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$ .

Рисунок 1. Фактичні та розрахункові річні ефективні дози зовнішнього опромінення працівників за період спостереження в цехах підприємства, мЗв рік<sup>-1</sup>.

В ході аналізу встановлено, що за весь період спостереження (1996-2004 рр.) в трьох цехах підприємства спостерігається достовірне превалювання середніх річних ефективних доз зовнішнього опромінення працівників (фактичні значення) над річними ефективними дозами, визначеними розрахунковим методом. І лише в одному цеху підприємства (ЦВНГ-1) спостерігалось достовірне превалювання розрахункового дозового навантаження над фактичним. Превалювання фактичних значень над розрахунковими можна пояснити тим, що для розрахунку доз, згідно методики, були використані значення ПЕД, які вимірювались на відстані 1м від поверхні технологічного обладнання, які менші за значення потужності експозиційної дози вимірян на відстані 0,1м від поверхні. Оскільки працівники підприємства, згідно технологічного процесу, можуть знаходитися від радіаційно-забрудненого технологічного обладнання на відстані ближче ніж 1 м (що не враховувалось при проведенні розрахунків), що може призвести до зростання дозового навантаження на працівників, що буде проявлятися превалюванням фактичних значень над розрахунковими.

### Висновки

В результаті проведеної роботи встановлено:

1. дозове навантаження на працівників за рахунок зовнішнього опромінення, визначене методом індивідуальної дозиметрії, складало від 0,24 до  $0,81 \text{ мЗв рік}^{-1}$ ;
2. дозове навантаження на працівників за рахунок зовнішнього опромінення, визначене розрахунковим методом, складало від 0,1 до  $0,83 \text{ мЗв рік}^{-1}$ ;
3. достовірне превалювання середніх річних ефективних доз зовнішнього опромінення працівників (фактичні значення) над річними ефективними дозами, визначеними розрахунковим методом;
4. для оцінки дозового навантаження на працівників нафтогазовидобувних підприємств пріоритетним є індивідуальний дозиметричний контроль, який є більш точним ніж контроль дозового навантаження, проведений розрахунковим методом;
5. фактичні значення доз, чисельність працівників та той факт, що при проведенні досліджень не враховувалась доза внутрішнього опромінення працівників за рахунок інгаляційного надходження коротко – та довгоживучих природних радіонуклідів свідчать про необхідність подальшого вивчення даної проблеми.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Гашков В.Г., Постоечко П.И., Лукиных Э.Н., Тараборин Д.Г. Геохимическая компонента в оценке состояния природной среды на территориях деятельности предприятий ОАО «Оренбургнефть» //Геология и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений Оренбургской области: Сб.науч.тр. Вып.2. -Оренбург, -1999. -С.337-345.
2. Дубинчин П.П. и др. Техногенные радиоактивные загрязнения территорий нефтепромыслов и методика их оперативного обследования (на примере

- Прикаспийского нефтяного региона) //Геология Казахстана. -1998 -№2. -С.103-106.
3. Комплект дозиметров термолюминесцентных КДТ-02М: Техническое описание и инструкция по эксплуатации. -М., -1988. -60с.
  4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. -Київ, -1998. -135с.
  5. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Затверджено Наказ МОЗ України від 02.02.2005 №54. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 травня 2005р. за №552/10831 //Офіційний вісник України. -2005. -№23. -С.197-279.
  6. Смирнов Б.І. Деякі загальні закономірності розповсюдження мікроелементів у нафтах //Геологія і геохімія горючих копалин. -2001. -№2. -С.176-186.
  7. Шрамченко А.Д., Чепенко Б.А. Информационно аналитический обзор зарубежных публикаций по тематике обращения с радиоактивными отходами (веществами и материалами), содержащими природные радионуклиды, в нефтяной и газовой промышленности. -М., -2000. -120с.

## МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ КОНТРОЛЮ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ РІВНОВАЖНОЇ ОБ'ЄМНОЇ АКТИВНОСТІ РАДОНУ

*Карачев І.І., Фокин В.М., Даценко В.І., Гронська Л.С.,  
Саленко К.А., Сагатенко В.А.*

*Інститут екогієни та токсикології ім. Л.І.Медведя МОЗ України*

Контроль еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону – один з видів контролю дозиметричного (радіаційно – дозиметричного) або, скорочено, радіаційного контролю (РК). Згідно з Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97) [1] РК – система вимірювань та розрахунків, які спрямовані на оцінку доз опромінення окремих осіб або груп людей, а також радіаційного стану виробничого та навколишнього середовищ.

Як видно з цього визначення, вимірювання є основою контролю. Саме на підставі зіставлення отриманих значень контрольованого параметра і регламенту (допустимого рівня) робиться висновок про результати контролю. Результати контролю характеризуються рівнем значимості або достовірністю, тобто, імовірністю прийняття помилкового або вірного рішення відповідно (похибками першого чи другого роду). Достовірність контролю на пряму залежить від співвідношення значень регламенту і контрольованого параметра, а також похибок вимірювань.

Дія радону на організм людини оцінюється за значенням його еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА), яка визначається за формулою:

$$\text{ЕРОА} = A_{Rn} F_{Rn}, \quad (1)$$